

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
30. Mai 2002 (30.05.2002)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 02/42686 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **F23D 14/24**,  
14/32

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP01/12058

(22) Internationales Anmeldedatum:  
18. Oktober 2001 (18.10.2001)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
100 58 875.1 27. November 2000 (27.11.2000) DE  
101 09 266.0 26. Februar 2001 (26.02.2001) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme  
von US): **LINDE AKTIENGESELLSCHAFT** [DE/DE];  
Abraham-Lincoln-Str. 21, 65189 Wiesbaden (DE).  
**LINDE GAS AG** [DE/DE]; Seitnerstrasse 70, 82049  
Höllriegelskreuth (DE).

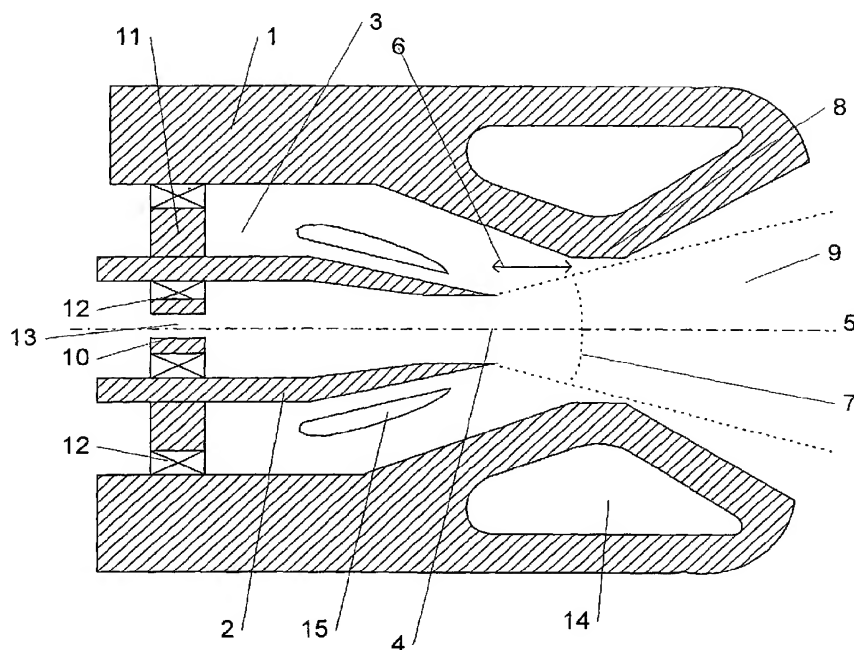
(72) Erfinder; und  
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **RANKE, Harald**  
[DE/DE]; Feldafingerstrasse 27, 82343 Pöcking (DE).  
**HEISEL, Michael** [DE/DE]; Gistlstrasse 54, 82049 Pul-  
lach (DE). **MUSCHELKNAUTZ, Sebastian** [DE/DE];  
Flörnerweg 3, 81479 München (DE). **TAUTZ, Hanno**  
[DE/DE]; Gabriele-Münter-Str. 21, 81447 München (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: **LINDE AKTIENGE-  
SELLSCHAFT**; Abraham-Lincoln-Str. 21, 65189  
Wiesbaden (DE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: BURNER AND METHOD FOR THE CHEMICAL REACTION OF TWO GAS STREAMS

(54) Bezeichnung: BRENNER UND VERFAHREN ZUR CHEMISCHEN UMSETZUNG ZWEIER GASSTRÖME



(57) Abstract: The invention relates to a burner with a burner head (1) and a gas introduction tube (2), arranged within the burner head (1), surrounded by an annular channel (3), for the introduction of a further gas. Means (10, 11) for producing swirling in the gases flowing through the gas introduction tube (2) and the annular channel (3) are arranged in the gas introduction tube (2) and the annular channel (3).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 02/42686 A1



**(81) Bestimmungsstaaten (national):** AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.

**(84) Bestimmungsstaaten (regional):** ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR),

OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

---

**(57) Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft einen Brenner mit einem Brennerkopf (1) und einem in dem Brennerkopf (1) angeordneten Gaszuführungsrohr (2), welches von einem Ringkanal (3) zur Zuführung eines weiteren Gases umgeben ist. In dem Gaszuführungsrohr (2) und in dem Ringkanal (3) sind Mittel (10, 11) zur Erzeugung eines Dralls des durch das Gaszuleitungsrohr (2) und des durch den Ringkanal (3) strömenden Gases vorgesehen.

## Beschreibung

### Brenner und Verfahren zur chemischen Umsetzung zweier Gasströme

Die Erfindung betrifft einen Brenner mit einem Brennerkopf und einem in dem Brennerkopf angeordneten Gaszuführungsrohr, welches von einem Ringkanal zur Zuführung eines weiteren Gases umgeben ist, wobei sich in dem Gaszuführungsrohr und in dem Ringkanal Mittel zur Erzeugung eines Dralls eines durch das Gaszuführungsrohr beziehungsweise eines durch den Ringkanal strömenden Gases befinden. Ferner bezieht sich die Erfindung auf ein Verfahren zur Erzeugung eines Reaktionsproduktes durch chemische Umsetzung von Gasen, die einem Reaktionsraum mittels eines Brenners als zwei getrennte Gasströme zugeführt und in dem Reaktionsraum chemisch umgesetzt werden.

Bei der Verbrennung eines Brenngases mit einem sauerstoffhaltigen Gas in außenmischenden Brennern, d.h. in Brennern, in denen das Brenngas und das sauerstoffhaltige Gas nicht vorgemischt, sondern getrennt in eine Mischzone geführt und dort gezündet werden, ist es wichtig, eine intensive Durchmischung des sauerstoffhaltigen Gases und des Brenngases zu erreichen, um die chemische Verbrennungsreaktion zwischen diesen Gasen zu beschleunigen.

In der US 5,492,649 wird daher vorgeschlagen, dem sauerstoffhaltigen Gas vor dem Eintritt in die Mischzone einen Drall aufzuprägen. Bei diesem Verfahren bildet sich bei starker Verwirbelung des sauerstoffhaltigen Gases vor der Austrittsöffnung des sauerstoffhaltigen Gases eine Rezirkulationszone aus. Mit anderen Worten: Bei starkem Drehimpuls des sauerstoffhaltigen Gases besitzt dieses ein Strömungsprofil, bei dem sich in der Nähe der Strömungsachse die Strömungsrichtung umkehrt und eine Rückströmung entsteht. Aus dem steilen Geschwindigkeitsgradienten im Übergangsbereich zwischen der Vorwärts- und der Rückströmung resultieren intensive Turbulenzen, die die chemische Reaktion zwischen dem Brenngas und dem sauerstoffhaltigen Gas begünstigen.

Im Rahmen von umfangreichen, der vorliegenden Erfindung vorausgehenden Untersuchungen hat sich jedoch gezeigt, dass die Rückströmung im axialen Bereich auch heiße Reaktionsgase einsaugt, die dann zur Austrittsöffnung des

Zuführungsrohres für das sauerstoffhaltige Gas gelangen. Die heißen Reaktionsgase greifen das Gaszuführungsrohr an, so dass das Zuführungsrohr geschädigt wird.

Aufgabe vorliegender Erfindung ist es daher, einen Brenner und ein Verfahren zur chemischen Umsetzung von Gasen zu entwickeln, wobei Schädigungen am Brenner möglichst vermieden werden und die chemische Umsetzung möglichst effizient und definiert erfolgt.

Diese Aufgabe wird durch einen Brenner der eingangs genannten Art gelöst, bei dem die Wand des Gaszuführungsrohres an dessen Austrittsende spitz zuläuft und die Mittel zur Erzeugung eines Dralls in dem Gaszuführungsrohr beziehungsweise dem Ringkanal stromaufwärts gegen das Austrittsende um das 0,1 bis 10 fache, vorzugsweise um das 0,5 bis 5 fache und besonders bevorzugt um das 0,5 bis 2 fache des Außendurchmessers der Mittel zur Erzeugung eines Dralls zurück versetzt sind.

Schädigungen der Brennerspitze sind im wesentlichen auf die Rückströmung heißer Gase zurück zu führen. Es hat sich gezeigt, dass eine der Ursachen für derartige Rückströmungen in der Ausführung des Austrittsendes des Gaszuführungsrohres liegt. Erfindungsgemäß läuft die Wand des Gaszuführungsrohres am Austrittsende spitz zu, das heißt, dessen Wandstärke verringert sich allmählich auf einen Wert von nahezu Null.

Durch diese Ausführungsform wird die Gefahr des Abreißen der aus dem Gaszuführungsrohr und dem Ringkanal austretenden Gasströme im Bereich des Austrittsendes des Gaszuführungsrohres stark verringert. Die Stromfäden lösen sich am Austrittsende des Gaszuführungsrohres nicht ab und verursachen keine Wirbel, die zu einem unerwünschten Hitzeeintrag zur Brennerspitze führen können.

Bei stark unterschiedlichen Geschwindigkeiten der über das Gaszuführungsrohr und über den Ringkanal zugeführten Gase können sich aber dennoch Wirbel ablösen. Dieser negative Effekt tritt auch dann auf, wenn die Geschwindigkeit eines der beteiligten Gase geändert wird, wie dies beispielsweise bei Laständerungen vorkommen kann.

Es hat sich nunmehr gezeigt, dass die Strömung bei der erfindungsgemäßen Verwendung von Drallkörpern, das heißt Mitteln zur Erzeugung eines Dralls, in dem Gaszuführungsrohr und dem Ringkanal teilweise am Austrittsende des Gaszuführungsrohres abreißt und Wirbel entstehen. Untersuchungen haben ergeben, dass die den Gasströmen bei der Drallerzeugung aufgeprägte Drehbewegungskomponente unmittelbar nach den Drallkörpern abwechselnd Bereiche mit höherer Geschwindigkeit und Bereiche mit niedrigerer Geschwindigkeit aufweist. D.h. tangential zur Hauptströmungsrichtung des Gases treten periodisch Geschwindigkeitsmaxima und –minima auf. Diese Geschwindigkeitsänderungen am Austrittsende des Gaszuführungsrohres sind ursächlich für die unerwünschte Ablösung der Strömung verantwortlich.

Erfindungsgemäß werden daher die Mittel zur Erzeugung eines Dralls gegenüber dem Austrittsende des Gaszuführungsrohres zurückversetzt, d.h. stromaufwärts von diesem angeordnet. Der Abstand zur Austrittsöffnung beträgt zwischen dem 0,1 und 10-fachen, bevorzugt zwischen dem 0,5 und 5 fachen und besonders bevorzugt zwischen dem 0,5 und 2 fachen des Innendurchmessers des Gaszuführungsrohres. Ganz besonders hat sich ein Abstand von 1,5 bis 2,5 des Außendurchmessers der Drallerzeugungsmittel bewährt. Auf diese Weise gleichen sich die oben beschriebenen periodischen Geschwindigkeitsänderungen aus und am Austrittsende entsteht ein Strömungsprofil mit im wesentlichen konstanter Umfangsgeschwindigkeit. Die Drallerzeugungsmittel im Ringkanal werden ebenfalls gegenüber der Austrittsöffnung des Ringkanals zurückversetzt. Hier hat sich ein Abstand vom 0,5- bis 1-fachen des Außendurchmessers des im Ringkanal befindlichen Drallerzeugungsmittels als günstig erwiesen.

Ein Verfahren der eingangs genannten Art zur chemischen Umsetzung von Gasen zeichnet sich erfindungsgemäß dadurch aus, dass den Gasströmen vor dem Eintritt in den Reaktionsraum jeweils eine Drallströmung aufgeprägt wird, d. h. die Gasströme weisen beim Eintritt in den Reaktionsraum neben der ursprünglichen im wesentlichen axialen Bewegungskomponente auch eine Drehbewegungskomponente um ihre Hauptströmungsrichtung auf.

Die erfindungsgemäße zusätzliche Verwirbelung des über den Ringspalt zugeführten Gases führt zu einem intensiven radialen Massenaustausch zwischen beiden

Gasströmen und somit zu einer schnellen Mischung. Der innere Strahl wird durch den äußeren Strahl gebündelt, welcher umgekehrt durch den inneren Strahl aufgeweitet wird. Diese starke Wechselwirkung zwischen beiden Strahlen bewirkt eine intensive und schnelle Vermischung.

Im Gesamtstrahl treten dabei im Bereich des Brenners keine Rückströmzonen auf, so dass heißes Reaktionsgas von dem Gaszuführungsrohr weitgehend ferngehalten wird. Mit dem Gaszuführungsrohr kommen lediglich die relativ kalten noch nicht reagierten Gase in direkten Kontakt. Eine Schädigung des Gaszuführungsrohres durch Konvektion wird verhindert.

Die Erfindung erlaubt eine genau definierbare Vermischung der beteiligten Gasströme. Im Reaktionsraum, in dem die chemische Umsetzung stattfinden soll, können die Temperatur-, Strömungs- und Gaszusammensetzungsverhältnisse an die gewünschte chemische Reaktion angepasst werden. Die Aufweitung der bei der Reaktion der beiden Gasströme entstehenden Flamme ist über die Stärke der beiden Drallströmungen in weiten Grenzen einstellbar. Durch die erfindungsgemäße Drallströmung läßt sich die Flammenform gezielt gestalten. Damit ist eine optimale Anpassung an die Größe des Reaktionsraumes möglich. Ferner kann durch geeignete Wahl der Strömungsführung die Verweilzeit im Reaktionsraum optimiert werden.

Die Verdrallung beider an der Reaktion beteiligter Strahlen kann so erfolgen, dass die beiden Drallströmungen gleichsinnig oder gegensinnig ausgerichtet sind. Eine gegensinnige Verdrallung, das heißt eine Verdrallung, bei der die Drallströmungen der beiden Gasströme in dem Kontaktbereich der beiden Gasströme einander entgegengerichtet sind, hat den Vorteil, dass die Gasströme sehr stark miteinander vermischt werden. Die chemische Reaktion wird beschleunigt, das heißt es erfolgt eine schnelle, frühe Zündung des Reaktionsgemisches der Gase. Die Verdrallung des nach der Zusammenführung der Gasströme entstehenden Gesamtstrahles ist dagegen relativ gering, da sich durch die gegensinnige Verdrallung der Reaktionsstrahlen die beiden ursprünglichen Drallströmungen teilweise aufheben. Die entstehende Flamme weitet sich dadurch relativ wenig auf.

Vorzugsweise werden die einzelnen Drallströmungen jedoch so ausgerichtet, dass sie gleichsinnig verlaufen. In diesem Fall verstärken sich die Drallströmungen in dem

Kontaktbereich der beiden Gasströme, so dass eine relativ hohe Gesamtdrallzahl erreicht wird. Dies hat eine starke Aufweitung des Gesamtstrahles zur Folge. Die Geschwindigkeit entlang der Strahlachse verkleinert sich in der Brennzone. Aufgrund der verringerten Strahlgeschwindigkeit erhöht sich die Verweilzeit der Reaktionspartner im Reaktionsraum im Vergleich zu den bekannten Reaktionsführungen, bei denen höchstens einer der beteiligten Gasströme verdrallt wird.

Zudem kann bei geeigneter Verdrallstärke eine relativ weit von der Brennerspitze entfernte Rückströmung erzeugt werden. Diese führt zu einer Zirkulationsströmung, durch die die Gase länger in dem Reaktionsraum verbleiben und so besser umgesetzt werden. Insbesondere bei langsam ablaufenden chemischen Reaktionen wird so eine vollständige Umsetzung der Gasströme erreicht.

Die Flammentopologie ist bei einer gleichsinnigen Verdrallung besonders gut einstellbar. Axiale Länge und radiale Ausdehnung der Flamme sind wählbar und sowohl an den Reaktionsraum als auch an die Reaktionsbedingungen anpassbar. Zudem ist die Vermischung der beiden Gasströme in der Nähe der Brennerspitze nicht so intensiv wie bei einer gegensinnigen Verdrallung der Strahlen, so dass die thermische Belastung der Brennerspitze gesenkt wird.

Die gleichsinnige Verdrallung hat außerdem den Vorteil, dass bei gewünschter Gesamtdrallzahl der Drall eines der beiden Gasströme niedriger gewählt werden kann, als dies bei einer gegensinnigen Verdrallung oder bei der bekannten Verdrallung nur eines Stromes möglich ist.

Bei der Verdrallung eines Gasstromes erfährt der Gasstrom zwangsläufig einen gewissen Druckverlust. Dieser Druckverlust muss insbesondere dann möglichst niedrig gehalten werden, wenn der betreffende Gasstrom nur unter geringem Druck zur Verfügung steht. Unter diesen Umständen ist es vorteilhaft, wenn der unter geringerem Druck vorliegende Gasstrom weniger verdrallt wird, der unter höherem Druck vorliegende Gasstrom dagegen stärker verdrallt wird. Durch die gleichsinnige Verdrallung der beiden Ströme ist es dennoch möglich, die gewünschte Gesamtdrallzahl zu erzielen.

Das Gaszuführungsrohr ist vorzugsweise so ausgeführt, dass sich dessen Innendurchmesser und / oder dessen Außendurchmesser im Bereich des Austrittsendes verringert. Durch die Änderung des Innendurchmessers kann die Strömungsgeschwindigkeit des Gases im Gaszuführungsrohr beeinflusst werden. Besonders bevorzugt nähert sich der Außendurchmesser dem Innendurchmesser in der Nähe der Austrittsöffnung aus dem Gaszuführungsrohr an, so dass sich direkt an der Austrittsöffnung eine scharfe Kante bildet. An der scharfen Kante reißen die aus dem Gaszuführungsrohr und aus dem umgebenden Ringkanal austretenden Gasströme definiert ab, wodurch unerwünschte Wirbel und Turbulenzen verhindert werden.

Die Außenwand des Ringkanals ist von Vorteil im Bereich des Austrittsendes in Strömungsrichtung zur Brennerachse geneigt. Dadurch trifft das im Ringkanal strömende Gas unter einem gewissen Winkel auf das zentral aus dem Gaszuführungsrohr austretende Gas, wodurch die Vermischung der beiden Gasstrahlen begünstigt wird.

Es hat sich als günstig erwiesen, die Außenwand des Ringkanals in Strömungsrichtung über das Austrittsende des Gaszuführungsrohres hinaus zu erstrecken. Schädigungen am Gaszuführungsrohr werden, wie erwähnt, zum einen durch Konvektion der heißen Gase, zum anderen aber auch durch Wärmestrahlung der heißen Reaktionsgase hervorgerufen. Durch das Vorziehen der Außenwand des Ringkanals über die Austrittsöffnung des Gaszuführungsrohres hinaus wird der von der Austrittsöffnung des Gaszuführungsrohres sichtbare Winkelbereich verringert. Dadurch wird der kegelförmige Bereich, von dem aus Strahlungswärme direkt zum Gaszuführungsrohr gelangen kann, verkleinert und die Wärmebelastung des Gaszuführungsrohres gesenkt.

Vorzugsweise werden die über das Gaszuführungsrohr und den Ringkanal zugeführten Gasströme unter einem bestimmten Winkel zusammengeführt, um die Vermischung der Ströme zu verbessern. Nach dem Zusammentreffen der beiden Ströme wird der äußere Strom durch den zentralen Strom aufgeweitet. Der äußere durch den Ringkanal zugeführte Strom bewegt sich somit zunächst auf die Brennerachse zu und dann von der Brennerachse weg. Erfolgt dieser Richtungswechsel zu schnell, können Wirbel auftreten, die zu einer Rückströmung heißer Gase zum Gaszuführungsrohr führen



können. Vorzugsweise schließt sich daher an den Ringkanal in Strömungsrichtung eine ringförmige Führungshülse an, deren Außenwand im wesentlichen parallel zur Brennerachse verläuft. Die Umlenkung des äußeren Stromes erfolgt dadurch sanfter, nämlich von der ursprünglichen Richtung auf die Brennerachse zu in eine Richtung parallel zur Brennerachse und dann erst von der Brennerachse weg.

Von Vorteil schließt sich an den Ringkanal oder die ringförmige Führungshülse eine Mischkammer an, deren Innendurchmesser in Strömungsrichtung zunimmt. Durch diese werden die Flammen zusammengehalten und die Verbrennung gefördert.

Es ist günstig, wenn die Mittel zur Erzeugung eines Dralls in dem Gaszuführungsrohr und / oder in dem Ringkanal Strömungskanäle aufweisen, die tangential gegen die Strömungsrichtung geneigt sind. Eine derartige Ausführung der Mittel zur Drallerzeugung ist leicht herstellbar, beispielsweise können die Kanäle gefräst werden. Über den Winkel der Strömungskanäle kann die Verdrallung des Stromes einfach vorgegeben werden. Die Verdrallung kann auch über entsprechend ausgerichtete Leitbleche, Leitschaufeln oder Tragflügel in dem Ringkanal und / oder dem Gaszuführungsrohr erzeugt werden. Diese Ausführung ist insbesondere dann vorzuziehen, wenn der durch die Verdrallung entstehende Druckverlust minimiert werden soll.

Vorzugsweise sind die Mittel zur Erzeugung eines Dralles in dem Gaszuführungsrohr und / oder in dem Ringkanal verstellbar, so dass unterschiedlich starke Drallströmungen erzeugt werden können. Durch geeignete Wahl der Drallzahl, d.h. der Stärke der Verdrallung, der beteiligten Gasströme können die Strömungsverhältnisse an die ablaufende chemische Reaktion und an die zugeführten Gasmengen angepasst werden. Der Lastbereich des Brenners kann auf diese Weise verstellt und insbesondere vergrößert werden.

Je nach Ausführung der Mittel zur Erzeugung eines Dralles in dem Gaszuführungsrohr entsteht neben dem gewünschten Drall auch eine mehr oder weniger starke Rückströmung am Ende dieser Drallerzeugungsmittel. Diese Rückströmung kann dazu führen, dass heiße Reaktionsgase zur Brennerspitze gesaugt werden und diese beschädigen. Es hat sich daher als günstig erwiesen, die Drallerzeugungsmittel in dem Gaszuführungsrohr mit einer zentralen Bohrung zu versehen. Aufgrund dieser Bohrung

passiert der zentrale Strömungsfaden die Drallerzeugungsmittel in dem Gaszuführungsrohr ungehindert. Eine sich am Ende der Drallerzeugungsmittel bildende Rückströmung wird durch die im Wesentlichen geradlinig verlaufende zentrale Gasströmung überkompensiert. Stromabwärts der Drallerzeugungsmittel bildet sich auf diese Weise eine Drallströmung aus, die auch im Zentrum in der Nähe des Brennerkopfes keine rückwärts gerichteten Strömungskomponenten aufweist. Beschädigungen der Brennerspitze werden dadurch besonders wirkungsvoll verhindert.

Vorzugsweise sind mit dem Gaszuführungsrohr Mittel zur Versorgung mit einem sauerstoffhaltigen Gas, insbesondere reinem Sauerstoff, und mit dem Ringkanal Mittel zur Versorgung mit einem Brenngas verbunden. Aber auch die Zuführung eines sauerstoffhaltigen Gases durch den Ringkanal und eines Brenngases durch das Gaszuführungsrohr ist günstig. In diesem Fall sind an das Gaszuführungsrohr Mittel zur Versorgung mit einem Brenngas und an den Ringkanal Mittel zur Versorgung mit einem sauerstoffhaltigen Gas, insbesondere reinem Sauerstoff, angeschlossen.

In einer bevorzugten Ausführungsform ist in dem Gaszuführungsrohr und / oder dem Ringkanal ein die Gasströmung stabilisierender Flügel vorgesehen. Bei hohen Differenzgeschwindigkeiten zwischen den beiden Gasströmen können im Endbereich der Leitung, entweder dem Gaszuführungsrohr oder dem Ringkanal, durch die der langsamere Gasstrom strömt, Wirbel entstehen, die eine Schädigung der Brennerspitze hervorrufen können. Vorzugsweise wird daher in der Leitung, in der die geringere Strömungsgeschwindigkeit herrscht, ein Flügel angebracht, der die Strömung stabilisiert. Der Flügel ist so ausgebildet, dass die Strömungsgeschwindigkeit in dem sich bildenden Kanal zwischen der das Gaszuführungsrohr und den Ringkanal trennenden Wand und dem Flügel erhöht wird.

Von Vorteil ist der Flügel gegenüber dem Austrittsende des Gaszuführungsrohres beziehungsweise des Ringkanals zurückversetzt. Dies hat den Vorteil, dass sich der Flügel vollständig innerhalb eines der beiden Gasströme befindet. Durch den Gasstrom wird der Flügel insbesondere an seinem stromabwärtigen Ende gekühlt und es wird verhindert, dass das heiße Reaktionsgemisch der beiden Gasströme mit dem Flügel in Berührung kommt.

Von Vorteil werden für die beiden beteiligten Gasströme unterschiedliche Strömungsgeschwindigkeiten vorgesehen, da dadurch die Vermischung der beiden Gasströme begünstigt wird. Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, wenn sich die Strömungsgeschwindigkeit der Gase um mindestens 10%, bevorzugt mindestens 20% unterscheiden.

Die absoluten Strömungsgeschwindigkeiten liegen bevorzugt zwischen 30 und 200 m/s, besonders bevorzugt zwischen 70 und 150 m/s, je nach der Flammengeschwindigkeit des Gases beim aktuellen Zustand. Es hat sich gezeigt, dass bei diesen Geschwindigkeiten die Strömungsverhältnisse nach dem Brenneraustritt besonders gut über die Drallzahl einstellbar sind.

Durch das Verhältnis der Summe der Beträge der Tangentialimpulse zur Summe der Axialimpulse wird die Gesamtdrallzahl definiert. Diese beeinflusst unter anderem die Strahlaufweitung und stellt damit einen entscheidenden Parameter dar, über den die Flammenführung und die Verweilzeit der Gase im Reaktionsraum geregelt werden kann. Bevorzugt wird die Gesamtdrallzahl so eingestellt, dass sie zwischen 0,1 und 1,2, vorzugsweise zwischen 0,2 und 0,7, liegt.

Der erfindungsgemäße Brenner eignet sich insbesondere zur definierten chemischen Umsetzung von gasförmigen Ausgangsstoffen in ein Reaktionsprodukt. Die bevorzugte Verwendung des Brenners liegt primär nicht in der Erzeugung von Wärme, sondern in der Durchführung einer definierten chemischen Reaktion zweier oder mehrerer gasförmiger Ausgangsstoffe. Durch die doppelte Verdrallung können die Gase in genau definierbaren Bereichen optimal vermischt werden. Dabei ist in weiten Grenzen die Aufweitung der nach dem Austritt der Gase aus dem Brenner entstehenden Flamme und die Verweilzeit der Gase in dem Reaktionsraum einstellbar und an die chemische Reaktion anpassbar. Die Flamme ist damit optimal auf den Reaktionsraum abstimmbare. Die Temperatur im Reaktionsraum und die Geschwindigkeitsverteilungen der beteiligten Gase können berechnet und an die gewünschten Verfahrensverläufe angepasst werden. Die Kinetik der chemischen Reaktion ist beeinflussbar.

Insofern hat sich das erfindungsgemäße Verfahren besonders bei der chemischen Umsetzung eines sauerstoffhaltigen Gases mit einem schwefelwasserstoffhaltigen Gas, mit halogenierten Kohlenwasserstoffen oder Pyrolyseölen oder mit

niederkalorigen Stoffen bewährt. Besonders bei der Vergasung von Kohlenwasserstoffen, die bei höheren Temperaturen mit Sauerstoff beziehungsweise einem sauerstoffhaltigen Gas zur Reaktion gebracht werden, wird der Vergasungswirkungsgrad deutlich erhöht. Grundsätzlich ist die Erfindung bei allen chemischen Reaktionen, die möglichst nahe bis zum chemischen Gleichgewicht laufen sollen, von Vorteil.

Die Erfindung sowie weitere Einzelheiten der Erfindung werden im Folgenden anhand von in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert. Hierbei zeigen:

- Figur 1 einen Schnitt durch einen erfindungsgemäßen Brennerkopf und
- Figur 2 einen Schnitt durch den eingesetzten Drallkörper zur Erzeugung eines Dralls in der Gasströmung im Gaszuführungsrohr.

Der in Figur 1 dargestellte Brenner besitzt einen Brennerkopf 1 mit einer zentralen Bohrung, in der ein Gaszuführungsrohr 2 angeordnet ist. Mit dem Gaszuführungsrohr 2 ist eine nicht gezeigte Sauerstoffversorgung verbunden. Das Gaszuführungsrohr 2 ist von einem Ringkanal 3 umgeben, an den eine ebenfalls in der Figur nicht dargestellte Brenngasversorgung angeschlossen ist. Der Brennerkopf 1 ist weiter mit einem Kühlkanal 14 zur Führung eines Kühlmediums, beispielsweise von Wasser, versehen.

Das als Sauerstoffzuleitung dienende Gaszuführungsrohr 2 läuft im stromabwärtigen Endbereich leicht konisch zu, wobei sich der Innendurchmesser und der Außendurchmesser des Rohres 2 verringern. Am Austrittsende 4 läuft die Wandung des Rohres 2 spitz aus. Der Ringkanal 3 ist ebenfalls im stromabwärtigen Endbereich gegen die Brennerachse 5 geneigt. Die Außenwand des Ringkanals 3 ist gegenüber der Innenwand des Ringkanals 3, und somit gegenüber der Sauerstoffzuleitung 2, um eine Strecke 6 vorgezogen, deren Länge bis zu einem Innendurchmesser des Gaszuführungsrohres 2 entspricht. Auf diese Weise wird der Winkelbereich 7, der das "Sichtfeld" des Gaszuführungsrohres 2 kennzeichnet, verkleinert, wodurch die auf das Gaszuführungsrohr 2 einwirkende Strahlungswärme der heißen Reaktionsgase verringert wird.

An den Ringkanal 3 schließt sich eine Führungshülse 8 an, deren Außenwand parallel zur Brennerachse 5 verläuft. Stromabwärts der Führungshülse 8 neigt sich die Außenwand von der Brennerachse 5 weg und bildet eine Mischkammer 9 mit in Strömungsrichtung wachsendem Innendurchmesser. Das in dem Ringkanal 3 strömende Brenngas wird im Brennerbetrieb durch den zentralen Sauerstoffstrom aufgeweitet. Das Brenngas wird also durch die Formgebung des Ringkanals 3 zunächst auf die Brennerachse 5 zugeleitet, um nach Verlassen des Ringkanals 3 in der Mischkammer 9 als Gasgemisch mit dem Sauerstoff von der Brennerachse 5 weg zu strömen. Die Führungshülse 8 gewährleistet, dass der Richtungswechsel des Brenngases sanft erfolgt. Durch das allmähliche Umlenken des Brenngasstromes werden Wirbel und Turbulenzen vor der Austrittsöffnung 4, die eine Rückströmung von heißem Gas zur Folge haben könnten, vermieden.

Zur Verbesserung der Durchmischung des Brenngases und des Sauerstoffes sind sowohl in der Sauerstoffzuleitung 2 als auch in dem Ringkanal 3 jeweils Drallkörper 10, 11 angeordnet. Die Drallkörper 10, 11 sind gegenüber der Austrittsöffnung 4 des Gaszuführungsrohres 2 zurückversetzt. In Figur 2 ist eine Draufsicht auf den Drallkörper 10 in Strömungsrichtung zu sehen. Der Drallkörper 10 weist über seinen Umfang verteilt mehrere Schlitzkanäle 12 auf, die schräg zur Brennerachse 5 verlaufen, d.h. eine axiale und eine tangentielle Richtungskomponente aufweisen. Der Drallkörper 11 im Ringkanal 3 ist analog aufgebaut. Durch die Schlitzkanäle 12 werden dem Brenngas und dem Sauerstoff eine Drallströmung aufgezwungen, die zu einer verbesserten Vermischung der beiden Gase im Mischraum 9 führt.

Im Ringkanal 3 sind die Gasströmung stabilisierende Flügel 15 vorgesehen. Der Flügel 15 ist so ausgebildet, dass die Strömungsgeschwindigkeit in dem sich bildenden Kanal zwischen der das Gaszuführungsrohr 2 und den Ringkanal 3 trennenden Wand und dem Flügel 15 erhöht wird.

Am Beispiel einer Clausreaktion soll die Erfindung noch einmal im Detail erläutert werden. Clausanlagen dienen der Herstellung von Elementarschwefel aus schwefelwasserstoffhaltigem Rohgas. Das Rohgas wird in einem sogenannten Clausofen unterstöchiometrisch verbrannt, so dass Schwefeldioxid und Elementarschwefel entstehen. In dem der Clausreaktion zugeführten Rohgas ist meist auch  $\text{NH}_3$  enthalten, das im Clausofen praktisch vollständig zu  $\text{N}_2$  und  $\text{H}_2$

beziehungsweise  $\text{H}_2\text{O}$  umgesetzt werden muss. Anderenfalls reagiert nicht umgesetztes  $\text{NH}_3$  mit  $\text{SO}_2$  und  $\text{SO}_3$  weiter zu schwer flüchtigen Salzen, die dann im Laufe der Zeit zu Verlegungen in der Clausanlage führen. Hierbei sind insbesondere die Katalysatoren in den Clausreaktoren und die Schwefelkondensatoren gefährdet.

Zum zuverlässigen Abbau von  $\text{NH}_3$  ist eine Temperatur von über  $1200^\circ\text{C}$  erforderlich, wobei sicher gestellt werden muss, dass das  $\text{NH}_3$  dieser Temperatur auch tatsächlich ausgesetzt wird. Aus diesem Grund ist es vorteilhaft, das Rohgas mit Sauerstoff oder mit sauerstoffangereicherter Luft zu verbrennen. Dadurch erhöht sich nämlich die Flammentemperatur und die Zersetzung des  $\text{NH}_3$  wird begünstigt. Zusätzlich muss aber auch eine sehr gute Durchmischung der Gase in der Flamme sichergestellt sein, weil anderenfalls das  $\text{NH}_3$  den Clausofen teilweise durchlaufen könnte, ohne mit Sauerstoff als Reaktionspartner in Kontakt gekommen zu sein oder ohne den Bereich mit genügend hoher Temperatur zu durchlaufen. In beiden Fällen würde die gewünschte Umsetzung in  $\text{N}_2$  und  $\text{H}_2/\text{H}_2\text{O}$  nicht erfolgen.

Der erfindungsgemäße Brenner ermöglicht nun eine definierte Durchmischung des Rohgases mit Sauerstoff, eine genügend starke Aufweitung der Flamme, so dass im gesamten Clausofen die notwendigen Temperaturverhältnisse eingestellt werden können, und die Ausbildung von Strömungsverhältnissen im Ofen, die zu einer optimalen Verweilzeit der Gase im Ofen führen. Die nahezu vollständige Reaktion von  $\text{NH}_3$  in  $\text{N}_2$  und  $\text{H}_2/\text{H}_2\text{O}$  wird dadurch gewährleistet.

Patentansprüche

1. Brenner mit einem Brennerkopf und einem in dem Brennerkopf angeordneten Gaszuführungsrohr, welches von einem Ringkanal zur Zuführung eines weiteren Gases umgeben ist, wobei sich in dem Gaszuführungsrohr und dem Ringkanal Mittel zur Erzeugung eines Dralls eines durch das Gaszuführungsrohr beziehungsweise durch den Ringkanal strömenden Gases befinden, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Wand des Gaszuführungsrohres (2) an dessen Austrittsende (4) spitz zuläuft und die Mittel (10, 11) zur Erzeugung eines Dralls in dem Gaszuführungsrohr (2) beziehungsweise dem Ringkanal (3) stromaufwärts gegen das Austrittsende (4) um das 0,1 bis 10 fache, vorzugsweise um das 0,5 bis 5 fache und besonders bevorzugt um das 0,5 bis 2 fache des Außendurchmessers der Mittel (10, 11) zur Erzeugung eines Dralls zurück versetzt sind.
2. Brenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die in dem Gaszuführungsrohr angeordneten Mittel zur Erzeugung eines Dralls eine parallel zur Brennerachse verlaufende Bohrung aufweisen.
3. Brenner nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass sich der Innendurchmesser des Gaszuführungsrohres (2) im Bereich des Austrittsendes verringert.
4. Brenner nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass sich der Außendurchmesser des Gaszuführungsrohres (2) im Bereich dessen Austrittsendes verringert.
5. Brenner nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Außenwand des Ringkanals (3) im Bereich des Austrittsendes in Strömungsrichtung zur Brennerachse (5) geneigt ist.
6. Brenner nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Außenwand des Ringkanals (3) in Strömungsrichtung über das Austrittsende des Gaszuführungsrohres (2) hinaus erstreckt.

7. Brenner nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass sich an den Ringkanal (3) in Strömungsrichtung eine ringförmige Führungshülse (8) anschließt, deren Außenwand im wesentlichen parallel zur Brennerachse (5) verläuft.
8. Brenner nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass sich an den Ringkanal (3) oder die ringförmige Führungshülse (8) eine Mischkammer (9) anschließt, deren Innendurchmesser in Strömungsrichtung zunimmt.
9. Brenner nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel (10, 11) zur Erzeugung eines Dralls in dem Gaszuführungsrohr (2) und / oder in dem Ringkanal (3) Strömungskanäle (12) aufweisen, die tangential gegen die Strömungsrichtung geneigt sind.
10. Brenner nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel (10, 11) zur Erzeugung eines Dralls in dem Gaszuführungsrohr (2) und / oder in dem Ringkanal (3) verstellbar sind, um unterschiedlich starke Drallströmungen zu erzeugen.
11. Brenner nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass mit dem Gaszuführungsrohr (2) Mittel zur Versorgung mit einem sauerstoffhaltigen Gas, insbesondere reinem Sauerstoff, und mit dem Ringkanal (3) Mittel zur Versorgung mit einem Brenngas verbunden sind.
12. Brenner nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass mit dem Gaszuführungsrohr (2) Mittel zur Versorgung mit einem Brenngas und mit dem Ringkanal (3) Mittel zur Versorgung mit einem sauerstoffhaltigen Gas, insbesondere reinem Sauerstoff, verbunden sind.
13. Brenner nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass in dem Gaszuführungsrohr (2) und / oder dem Ringkanal (3) ein die Gasströmung stabilisierender Flügel vorgesehen ist.



14. Brenner nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass der Flügel gegenüber dem Austrittsende des Gaszuführungsrohres (2) beziehungsweise des Ringkanals (3) zurückversetzt ist.
15. Verfahren zur Erzeugung eines Reaktionsproduktes durch chemische Umsetzung von Gasen, die einem Reaktionsraum mittels eines Brenners, insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 14, als zwei getrennte Gasströme zugeführt und in dem Reaktionsraum chemisch umgesetzt werden, **dadurch gekennzeichnet**, dass den Gasströmen vor dem Eintritt in den Reaktionsraum jeweils eine Drallströmung aufgeprägt wird.
16. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass die den beiden Gasströmen aufgeprägten Drallströmungen gleichsinnig sind.
17. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Strömungsgeschwindigkeiten der beiden Gasströme um mindestens 10%, bevorzugt mindestens 20% unterscheiden.
18. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Gesamtdrallzahl der beiden Drallströmungen zwischen 0,1 und 1,2, bevorzugt zwischen 0,2 und 0,7 liegt.
19. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Strömungsgeschwindigkeiten der Gasströme zwischen 15 und 200 m/s, vorzugsweise zwischen 70 und 150 m/s liegen.
20. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass ein sauerstoffhaltiges Gas und ein schwefelwasserstoffhaltiges Gas chemisch umgesetzt werden.
21. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass halogenierte Kohlenwasserstoffe oder Pyrolyseöle mit einem sauerstoffhaltigen Gas umgesetzt werden.

22. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass niederkalorige Stoffe mit einem sauerstoffhaltigen Gas, insbesondere mit einem Gas mit einem Sauerstoffgehalt von mehr als 30%, umgesetzt werden.
23. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 22, dadurch gekennzeichnet, dass Kohlenwasserstoffe mit einem sauerstoffhaltigen Gas, insbesondere zur Erzeugung von Ruß, umgesetzt werden.



Fig. 1

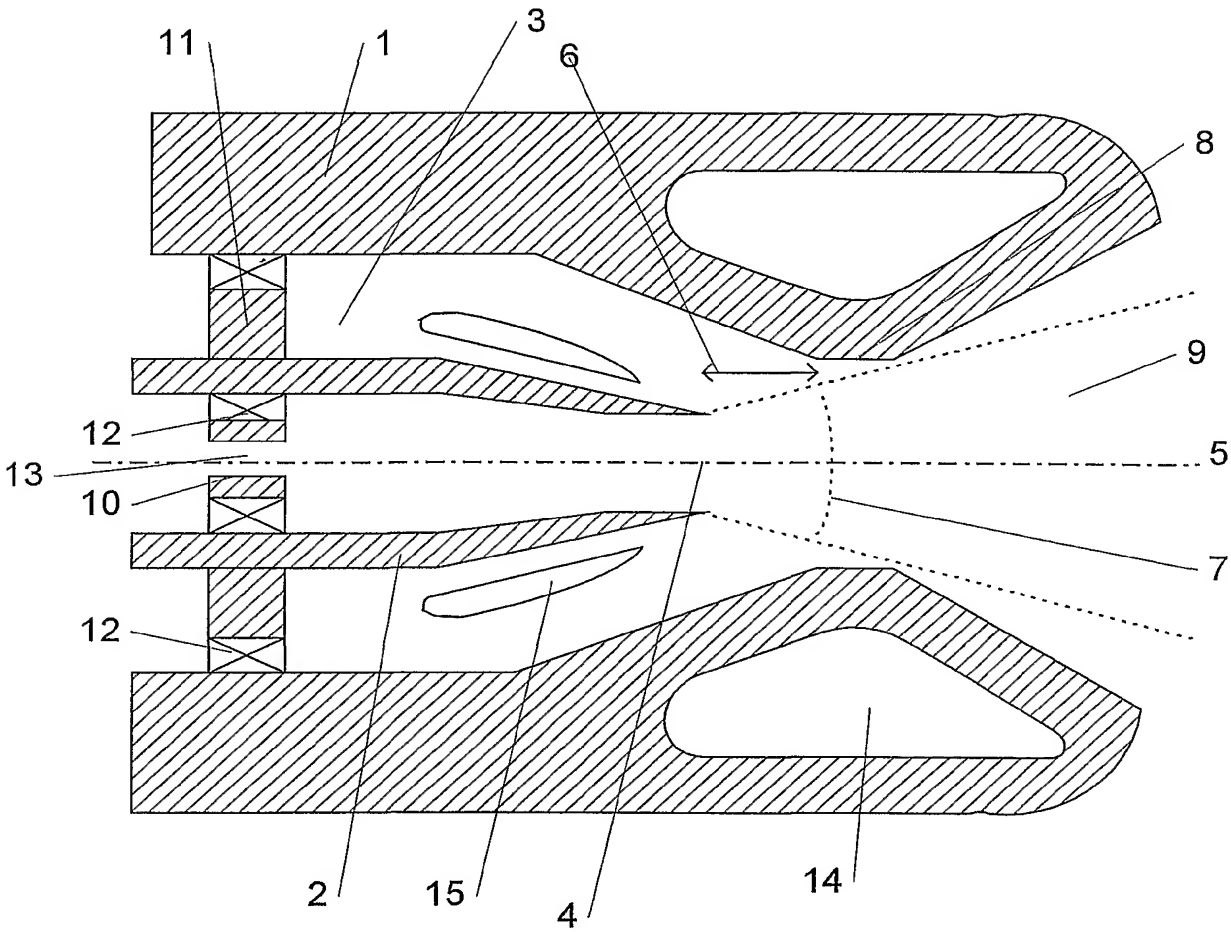
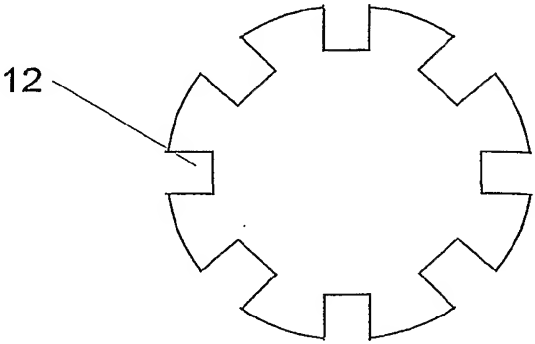


Fig. 2



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inter	Application No
PC1/EP	01/12058

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7 F23D14/24 F23D14/32

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 F23D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

WPI Data, PAJ, EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	US 4 988 287 A (STEGELMAN ALBERT F ET AL) 29 January 1991 (1991-01-29) column 3, line 43 -column 7, line 23; figures 1-3 ----	15,16 1,2,20
X A	WO 99 39833 A (SPECTRUM DESIGN & CONSULTING I) 12 August 1999 (1999-08-12) page 7, line 21 -page 13, line 35; figures 1,2 ----	15 1,4,22
X A	DE 363 452 C (MAX HUPPERT) 9 November 1922 (1922-11-09) page 1, line 36 - line 77; figure ----	15 2
A	US 5 496 170 A (PRIMDAHL IVAR I ET AL) 5 March 1996 (1996-03-05) column 1, line 38 -column 4, line 15; figure ----- -/-	1,3-6,9



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \* & \* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

14 March 2002

Date of mailing of the international search report

05/04/2002

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5318 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Theis, G

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inte      Application No  
PC 1 / cr 01/12058

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 999 411 A (AIR LIQUIDE) 10 May 2000 (2000-05-10) the whole document -----	1, 4, 17, 19, 22

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

nation on patent family members

Inter Application No  
PCT/EP 01/12058

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4988287	A	29-01-1991	NONE
WO 9939833	A	12-08-1999	US 6029910 A 29-02-2000 AU 2494699 A 23-08-1999 BR 9907698 A 14-11-2000 EP 1053060 A1 22-11-2000 JP 2002502948 T 29-01-2002 WO 9939833 A1 12-08-1999
DE 363452	C	09-11-1922	NONE
US 5496170	A	05-03-1996	DK 197491 A 07-06-1993 AT 135811 T 15-04-1996 AU 655340 B2 15-12-1994 AU 2991792 A 10-06-1993 CA 2084337 A1 07-06-1993 CN 1074024 A , B 07-07-1993 DE 69209243 D1 25-04-1996 DE 69209243 T2 25-07-1996 EP 0545440 A2 09-06-1993 ES 2087410 T3 16-07-1996 JP 5256420 A 05-10-1993 NZ 245336 A 26-10-1994 PL 170438 B1 31-12-1996 RU 2091668 C1 27-09-1997 ZA 9209431 A 28-05-1993
EP 0999411	A	10-05-2000	US 6123542 A 26-09-2000 CN 1261138 A 26-07-2000 EP 0999411 A2 10-05-2000 JP 2000146113 A 26-05-2000 US 6210151 B1 03-04-2001 US 6276924 B1 21-08-2001

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT, LP 01/12058

**A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
 IPK 7 F23D14/24 F23D14/32

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
 IPK 7 F23D

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

WPI Data, PAJ, EPO-Internal

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 4 988 287 A (STEGELMAN ALBERT F ET AL) 29. Januar 1991 (1991-01-29)	15,16
A	Spalte 3, Zeile 43 - Spalte 7, Zeile 23; Abbildungen 1-3	1,2,20
X	WO 99 39833 A (SPECTRUM DESIGN & CONSULTING I) 12. August 1999 (1999-08-12)	15
A	Seite 7, Zeile 21 - Seite 13, Zeile 35; Abbildungen 1,2	1,4,22
X	DE 363 452 C (MAX HUPPERT) 9. November 1922 (1922-11-09)	15
A	Seite 1, Zeile 36 - Zeile 77; Abbildung	2
A	US 5 496 170 A (PRIMDAHL IVAR I ET AL) 5. März 1996 (1996-03-05)	1,3-6,9
	Spalte 1, Zeile 38 - Spalte 4, Zeile 15; Abbildung	
	--- -/-	



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*G\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

14. März 2002

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

05/04/2002

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Theis, G

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT, LP 01/12058

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 0 999 411 A (AIR LIQUIDE) 10. Mai 2000 (2000-05-10) das ganze Dokument -----	1,4,17, 19,22



# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichung die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT, LP 01/12058

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4988287	A	29-01-1991	KEINE
WO 9939833	A	12-08-1999	US 6029910 A 29-02-2000 AU 2494699 A 23-08-1999 BR 9907698 A 14-11-2000 EP 1053060 A1 22-11-2000 JP 2002502948 T 29-01-2002 WO 9939833 A1 12-08-1999
DE 363452	C	09-11-1922	KEINE
US 5496170	A	05-03-1996	DK 197491 A 07-06-1993 AT 135811 T 15-04-1996 AU 655340 B2 15-12-1994 AU 2991792 A 10-06-1993 CA 2084337 A1 07-06-1993 CN 1074024 A , B 07-07-1993 DE 69209243 D1 25-04-1996 DE 69209243 T2 25-07-1996 EP 0545440 A2 09-06-1993 ES 2087410 T3 16-07-1996 JP 5256420 A 05-10-1993 NZ 245336 A 26-10-1994 PL 170438 B1 31-12-1996 RU 2091668 C1 27-09-1997 ZA 9209431 A 28-05-1993
EP 0999411	A	10-05-2000	US 6123542 A 26-09-2000 CN 1261138 A 26-07-2000 EP 0999411 A2 10-05-2000 JP 2000146113 A 26-05-2000 US 6210151 B1 03-04-2001 US 6276924 B1 21-08-2001